

item N an PTO 892. *[Signature]*

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. November 2001 (29.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/91194 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 33/00,**
21/3213

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01369

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2001 (06.04.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 25 448.9 23. Mai 2000 (23.05.2000) DE
101 07 472.7 15. Februar 2001 (15.02.2001) DE

[DE/DE]; Am Haslach 9, 93180 Deuerling (DE).
STRAUSS, Uwe [DE/DE]; Erich-Kästner-Strasse
32, 93077 Bad Abbach (DE). **LINDER, Norbert**
[DE/DE]; Boessnerstrasse 25, 93049 Regensburg (DE).
SEDLMEIER, Reinhard [DE/DE]; Am Weiheracker-
strasse 22, 93073 Neutraubling (DE). **NIRSCHL, Ernst**
[DE/DE]; Roither Weg 7a, 93173 Wenzelnbach (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER**; Postfach
12 10 26, 80034 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH &
CO. OHG** [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regens-
burg (DE).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

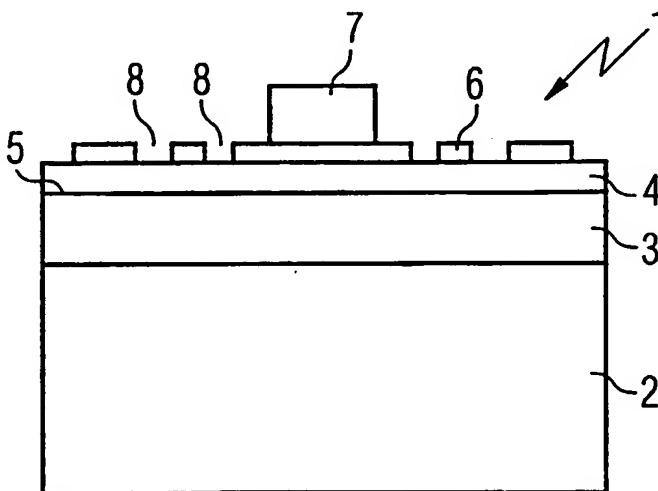
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUR, Johannes**

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND A METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: BAUELEMENT FÜR DIE OPTOELEKTRONIK UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: The aim of the invention is to im-
prove the light-transmission of a contact layer (6)
of a light-emitting diode (1). To achieve this, said
contact layer (6) is provided with perforations (8),
through which photons that have been created in a
pn-junction (5) can escape. Small pellets, consist-
ing for example of polystyrene, are used to pro-
duce the openings (8).

(57) Zusammenfassung: Es wird vorgeschla-
gen, zur Verbesserung der Durchlässigkeit einer
Kontaktschicht (6) einer Lumineszenzdiode
(1) in der Kontaktschicht (6) Öffnungen (8)
vorzusehen, durch die in einem pn-Übergang
(5) erzeugte Photonen entweichen können. Zur
Herstellung der Öffnungen (8) werden kleine
Kügelchen, beispielsweise aus Polystyrol,
verwendet.

WO 01/91194 A1

Beschreibung

Bauelement für die Optoelektronik und Verfahren zu dessen Herstellung

5

Die Erfindung betrifft ein Bauelement für die Optoelektronik mit einer Strahlung hindurchlassenden Kontaktfläche auf einer Halbleiteroberfläche auf der Basis von $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$.

10

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Strahlung hindurchlassenden Kontaktschicht auf einer Halbleiteroberfläche eines Halbleiters.

15 In epitaktisch gewachsenen Lumineszenzdiolen, die auf dem Materialsystem InAlGaN beruhen, liegt die laterale Stromaufweitung in der p-dotierten Schicht im Bereich von wenigen Zehnteln μm bis wenigen μm . Daher ist es üblich, für die Anschlußkontakte ganzflächige Kontaktschichten auf der Halbleiteroberfläche aufzubringen, um eine gleichmäßige Strominjektion in die aktive Schicht der Lumineszenzdiode zu gewährleisten. Diese flächig aufgetragenen Kontaktschichten absorbieren jedoch einen beträchtlichen Teil des durch die Halbleiteroberfläche austretenden Lichts.

25

Bisher wurden für die Anschlußkontakte sehr dünne, semitransparente Kontaktschichten verwendet. Derartige semitransparente Kontaktschichten auf einem Halbleiterchip auf der Basis von InAlGaN sind aus der US 5,767,581 A bekannt. Um eine hohe Transparenz der Anschlußkontakte zu gewährleisten, müssen die semitransparenten Schichten möglichst dünn ausgebildet werden. Dem steht die Forderung nach ausreichender Homogenität, ausreichender Querleitfähigkeit und niedrigem Kontaktwiderstand entgegen. Die für herkömmliche Lumineszenzdiolen verwendeten semitransparenten Kontaktschichten absorbieren daher zwangsweise einen Großteil des durch die Oberfläche austretenden Lichts.

30

35

Bei hoher thermischer Belastung können darüber hinaus die bekannten optoelektronischen Bauelemente auf der Basis von InAlGaN mit semitransparenten Kontakten aufgrund einer Degradation der Kontaktschicht ausfallen.

Aus der DE 1 99 27 945 A1 ist ferner bekannt, auf die p-dotierte Schicht einer Lumineszenzdiode auf der Basis von InAlGaN eine Kontaktschicht mit einer Dicke von 1000 bis 30000 Å aufzubringen. In dieser Kontaktschicht sind Öffnungen mit einer Weite von 0,5 bis 2 µm eingebracht, um eine verbesserte Lichttransmission durch die Kontaktschicht zu ermöglichen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für die Optoelektronik geeignete Bauelemente auf der Basis von InAlGaN mit verbesserter Lichtauskopplung und verbessertem Alterungsverfahren zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kontaktschicht eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Ausnehmungen aufweist und daß die Dicke der Kontaktschicht größer 5 nm und kleiner 100nm ist.

Durch das Vorsehen einer Vielzahl von Ausnehmungen in der Kontaktschicht wird die Lichtauskopplung wesentlich erhöht. Denn an den Stellen, an denen die Kontaktschicht geschwächt oder unterbrochen ist, wird mehr Licht hindurchtreten als an den Stellen, an denen die Kontaktschicht die volle Dicke aufweist. Da die Kontaktschicht nur lokal geschwächt und unterbrochen ist, ist trotz der verbesserten Lichtauskopplung der Kontaktschicht die gleichmäßige Injektion in die aktive Schicht des optischen Bauelements gewährleistet.

Außerdem sind die Ausnehmungen vorteilhaft für das Alterungsverhalten des optoelektronischen Bauelements. Denn eine p-dotierte Schicht aus InAlGaN enthält geringe Mengen an Was-

serstoff, der beim Betrieb des optoelektronischen Bauelements zur Grenzfläche zwischen der Kontaktschicht und der Schicht aus InAlGaN diffundiert. Falls die Kontaktschicht nicht durchlässig für Wasserstoff ist, sammelt sich dieser an der Grenzfläche an und passiviert den Dotierstoff. Daher steigt bei thermischer Belastung der Kontaktwiderstand zwischen der Kontaktschicht und der darunterliegenden Schicht aus InAlGaN an. Thermische Belastungen treten sowohl im Betrieb der fertigen Lumineszenzdiode als auch bei der Prozessierung der Wafer auf. Über die geschwächten Stellen in der Kontaktschicht kann jedoch der Wasserstoff entweichen und der Kontaktwiderstand bleibt im wesentlichen konstant.

In diesem Zusammenhang ist auch die Schichtdicke der Kontaktschicht von Bedeutung. Denn um den Abtransport des Wasserstoffs zu gewährleisten, ist es von Vorteil, wenn die Breite der Stege zwischen den Ausnehmungen möglichst klein ist. Um für einen niedrigen Kontaktwiderstand die Grenzfläche zwischen der Kontaktschicht und der p-dotierten Schicht möglichst groß zu machen, soll eine große Zahl von Ausnehmungen vorhanden sein, deren Querschnittsabmessungen in der Größenordnung der Wellenlänge des vom Bauelement emittierten Lichts liegen. Dann durch eine große Zahl von Ausnehmungen mit geringen Querschnittsabmessungen kann der Wasserstoff gleichmäßig über die Fläche hinweg aus der darunterliegenden Schicht aus InAlGaN entweichen. Die Dicke der Kontaktschicht sollte jedoch ein Vielfaches unter den minimalen Querschnittsabmessungen der Ausnehmungen liegen, damit eine große Zahl von dicht nebeneinanderliegenden Ausnehmungen strukturgemäß in der Kontaktschicht ausgebildet werden kann, ohne daß die Stege der Kontaktschicht Ätزشäden erleidet, die ihre Fähigkeit zum Stromtransport beeinträchtigen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ausnehmungen Öffnungen, die durch die Kontaktschicht hindurchgehen.

Bei dieser Ausführungsform wird der Wasserstoff um die Kontaktschicht herumgeleitet und kann ungehindert aus der unter der Kontaktschicht liegenden Schicht aus InAlGaN entweichen.

- 5 Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements mit verbesserter Lichtauskopplung und verbessertem Alterungsverhalten anzugeben.
- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kontaktschicht mittels einer Lage von die Halbleiteroberfläche unvollständig bedeckenden Teilchen mit Ausnehmungen strukturiert wird.
- 15 Die auf die Halbleiteroberfläche angebrachten Teilchen dienen als Maske für die nachfolgende Strukturierung der Kontaktfläche. Vom besonderen Vorteil ist, daß zu diesem Zweck keine aufwendige Photo- oder Elektronenstrahl-Lithographie angewandt werden muß.
- 20 Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Im folgenden wird die Erfindung im einzelnen anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements;
- 30 Figur 2 eine Aufsicht auf ein optoelektronische Bauelement aus Figur 1;
- 35 Figur 3 einen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements;

- Figur 4 eine Aufsicht auf das optoelektronische Bauelement aus Figur 3;
- 5 Figur 5a bis 5c verschiedene Querschnittsprofile von in der Kontaktschicht der optoelektronischen Bauelemente eingebrachten Ausnehmungen;
- 10 Figur 6a bis 6c verschiedene Verfahrensschritte zum Aufbringen von Kügelchen auf einen Wafer zur Herstellung der Ausnehmungen in der Kontaktschicht des optoelektronischen Bauelements;
- 15 Figur 7 eine Aufsicht auf ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Bauelements, und
- 20 Figur 8a bis 8d verschiedene aus Schlitzten zusammengesetzte Öffnungen in der Kontaktschicht des optoelektronischen Bauelements.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch eine Lumineszenzdiode 1, die ein leitfähiges Substrat 2 aufweist. Auf das Substrat 2 ist eine n-dotierte Schicht 3 aufgebracht, an die sich eine p-dotierte Schicht 4 anschließt. Sowohl die n-dotierte Schicht 3 als auch die p-dotierte Schicht 4 sind auf der Basis von InAlGa_N hergestellt. Dies bedeutet, daß sich die n-dotierte Schicht 3 und die p-dotierte Schicht 4 bis auf herstellungsbedingte Verunreinigungen und die Zugabe von Dotierstoffen eine Zusammensetzung gemäß der Formel:



aufweisen, wobei $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$ gilt.

35

Zwischen n-dotierter Schicht 3 und p-dotierter Schicht 4 entsteht ein pn-Übergang 5, in dem bei Stromfluß Photonen ent-

- stehen. Um den Stromfluß über den pn-Übergang 5 zu ermöglichen, ist eine Kontaktschicht 6 auf der p-dotierten Schicht 4 vorgesehen, an der ein Anschlußkontakt 7 angebracht ist. Unter dem Begriff Kontaktschicht soll in diesem Zusammenhang
- 5 eine Schicht verstanden werden, die zu einer angrenzenden Schicht aus einem halbleitenden Material einen Ohmschen Kontakt herstellt. Der Begriff Ohmsche Kontakt soll die in der Halbleiterphysik übliche Bedeutung haben.
- 10 Da es sich bei der Lumineszenzdiode 1 um eine Lumineszenzdiode handelt, die auf der Basis des Materialsystems InAlGaN hergestellt ist, liegt die laterale Stromaufweitung in der p-dotierten Schicht 4 im Bereich weniger Zehntel μm bis weniger μm . Daher erstreckt sich die Kontaktschicht 6 möglichst ganz-
- 15 flächig über die p-dotierte Schicht 4, um eine gleichmäßige Stromverteilung über den pn-Übergang 5 zu gewährleisten. Damit andererseits die im pn-Übergang 5 erzeugten Photonen möglichst absorptionsfrei aus der Lumineszenzdiode 1 austreten können, sind in der Kontaktschicht 6 Öffnungen 8 ausgebildet.
- 20 Die Querschnittsabmessung der Öffnungen 8 sind so gewählt, daß sie kleiner als das Doppelte der lateralen Stromaufweitung in der p-dotierten Schicht 2 sind. Je nach Dicke der p-dotierten Schicht 4 liegt die laterale Stromaufweitung in der p-dotierten Schicht 4 auf der Basis von InAlGaN zwischen 1
- 25 und 4 μm .
- Andererseits soll verhindert werden, daß sich beim Betrieb der Lumineszenzdiode 1 Wasserstoff aus der p-dotierten Schicht 4 entlang der Grenzfläche zu der Kontaktschicht 6 an-
- 30 reichert und dort den Dotierstoff, üblicherweise Magnesium, passiviert, denn dies hätte einen bei thermischer Belastung auftretenden Anstieg des Kontaktwiderstands an der Grenzfläche zwischen der Kontaktschicht 6 und der p-dotierten Schicht 4 zur Folge. Es ist daher von Vorteil, wenn eine möglichst
- 35 große Zahl von Öffnungen in der Kontaktschicht 6 ausgebildet sind, um den Wasserstoff aus der p-dotierten Schicht 4 möglichst gleichmäßig über die Fläche hinweg abzuführen. Es be-

steht daher die Tendenz, eher eine große Zahl von Öffnungen 8 mit kleinen Querschnittsabmessungen vorzusehen. Die Querschnittsabmessungen der Öffnungen 8 werden daher vorzugsweise kleiner $3\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere kleiner $1\text{ }\mu\text{m}$ gewählt. Falls insbesondere die Öffnungen 8 kreisförmig ausgebildet sind, wird der Durchmesser der Öffnungen 8 kleiner $3\text{ }\mu\text{m}$, vorzugsweise kleiner $1\text{ }\mu\text{m}$ gewählt. Um andererseits eine ausreichend hohe Lichtauskopplung durch die Kontaktschicht 6 hindurch zu erhalten, sollten die Querschnittsabmessungen der Öffnungen 8 oberhalb von $1/4$ der Wellenlänge der von der Lumineszenzdiode 1 erzeugten Photonen in den Öffnungen 8 liegen. Die Querschnittsabmessungen der Öffnungen 8 sollten daher mindestens 50 nm betragen.

Falls nicht allzu hohe Anforderungen an die Durchlässigkeit der Kontaktschicht 6 gestellt werden, können die Öffnungen 8 durch Vertiefungen in der Kontaktschicht 6 ersetzt werden. In diesem Fall sollte die verbleibende Materialstärke jedoch so gering sein, daß die in dem pn-Übergang 5 erzeugten Photonen durch die Kontaktschicht 6 austreten können. Zudem muß gewährleistet sein, daß der Wasserstoff durch das verbleibende Material hindurchtreten kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das verbleibende Material für Wasserstoff durchlässig ist. Derartige Materialien sind zum Beispiel Palladium oder Platin.

Darüber hinaus ist es auch möglich, die Kontaktschicht 6 selbst so dünn auszubilden, daß die Kontaktschicht 6 für Photonen semitransparent und für Wasserstoff durchlässig ist.

Figur 2 zeigt eine Aufsicht auf die Lumineszenzdiode 1 aus Figur 1. Aus Figur 2 geht hervor, daß die Öffnungen 8 gleichmäßig beabstandet über die Fläche der Kontaktschicht 6 verteilt sind. Um die ohmschen Verluste beim Stromtransport vom Anschlußkontakt 7 zu den Randbereichen der Kontaktschicht 6 hin gering zu halten, kann die Dichte der Öffnungen 8 nach außen hin zunehmen, so daß in der Nähe des Anschlußkontakts 7

breite Kontaktstege 9 vorhanden sind. Im übrigen ist es auch möglich, die Querschnittsfläche der Öffnungen 8 zu den Rändern der Kontaktschicht 6 hin anwachsen zu lassen. Auch diese Maßnahme dient dazu, einen möglichst effizienten Stromtransport vom Anschlußkontakt 7 zu den Rändern der Kontaktschicht 6 zu gewährleisten.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Lumineszenzdiode 1 dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Substrat 2 isolierend ausgebildet. Dementsprechend ist ein weiterer Anschlußkontakt 10 für die n-dotierte Schicht 3 vorgesehen. Dementsprechend deckt die p-dotierte Schicht 4 und die Kontaktschicht 6 nur einen Teil der n-dotierten Schicht 3 ab. Dies ist insbesondere anhand von Figur 4 deutlich zu erkennen.

Figur 5a bis 5c zeigen schließlich verschiedene Ausführungsformen der Öffnungen 8. Insbesondere die in Figur 5a dargestellte hexagonale Querschnittsform der Öffnungen 8 bietet Vorteile, da diese Ausführungsform ein besonders hohes Verhältnis von offener zu überdeckter Fläche aufweist. Aber auch quadratische oder kreisförmige Querschnittsflächen der Öffnungen 8 sind denkbar. Falls die Öffnungen 8 quadratisch oder rechteckig ausgebildet sind, weist die Kontaktschicht 6 über die Fläche hinweg eine netzartige Gestalt auf.

Die Herstellung der Öffnungen 8 erfolgt mit den üblichen lithographischen Verfahren. Um Schäden an der n-dotierten Schicht 3, der p-dotierten Schicht 4 und dem Substrat 2 zu vermeiden, sind geeignete Kombinationen von für die Kontaktschicht 6 und den Anschlußkontakt 10 verwendeten Kontaktmetallen und Ätzverfahren zu verwenden. Insbesondere das mit cyanidhaltigen Ätzen naßchemisch ätzbare Palladium eignet sich für die Kontaktschicht 6. Daneben kommt auch Platin in Frage. Im Falle von durchgehenden Öffnungen 8 kann die Kontaktschicht 6 auch aus Materialien hergestellt sein, die an sich für Wasserstoff nicht durchlässig sind. Derartige Mate-

rialien sind zum Beispiel Ag oder Au sowie Legierungen hiervon. Es ist auch denkbar, für die Kontaktschicht 6 eine Schicht aus Pt oder Pd mit einer darauf aufgebracht weiteren Schicht aus Au vorzusehen.

5

Für den Ätzbvorgang eignen sich grundsätzlich sowohl naßchemische Ätzverfahren als auch Reaktives Ionen-Ätzen oder Rückspattem. Unabhängig vom Ätzverfahren sollte die Dicke der Kontaktschicht 6 möglichst unterhalb von 100 nm liegen, damit
10 die Stege der Kontaktschicht 6 nicht durch den Ätzbvorgang beschädigt wird, so daß die Fähigkeit zum gleichmäßigen Stromtransport leidet. Das Problem tritt insbesondere dann auf, wenn eine besonders große Zahl von Öffnungen 8 mit einem Durchmesser unterhalb von 3 μm , insbesondere 1 μm , in der
15 Kontaktschicht 6 ausgebildet werden soll. Denn in diesem Fall kommt es besonders darauf an, daß die zwischen den Öffnungen 8 vorhandenen Stege der Kontaktschicht 6 möglichst unversehrt bleiben, um einen sicheren Stromtransport zu gewährleisten. Eine große Zahl von Öffnungen 8 in der Kontaktschicht 6 mit
20 einem Durchmesser unterhalb von 3 μm , insbesondere 1 μm ist aber besonders günstig, um den Wasserstoff aus der p-dotierten Schicht 4 gleichmäßig über die Kontaktschicht 6 hinweg abzuführen.

25 Weiterhin spricht für eine Dicke von weniger als 100 nm die Einstellung der Ätztiefe. Um das vollständige Ausätzen der Öffnungen 8 zu gewährleisten, ist es im allgemeinen erforderlich, die Ätzzeit so zu wählen, daß die Ätztiefe im Material der Kontaktschicht 6 beispielsweise mehr als 10% über der
30 Dicke der Kontaktschicht 6 liegt. Wenn aber die Ätzrate der p-dotierten Schicht größer als die Ätzrate der Kontaktschicht 6 ist, kann es bei Schichtdicken oberhalb von 100 nm für die Kontaktschicht 6 vorkommen, daß unterhalb der Öffnungen 8 in der Kontaktschicht 6 die p-dotierte Schicht 4 vollkommen weg-
35 geätzt wird. Es ist daher von Vorteil, die Kontaktschicht 6 nicht dicker als 100 nm werden zu lassen.

Bei besonders strengen Anforderungen an die Genauigkeit des Ätzvorgangs sollte die Dicke der Kontaktschicht 6 unterhalb von 50 nm, vorzugsweise 30 nm liegen.

- 5 Insbesondere bei naßchemischen Ätzverfahren tritt zusätzlich das Problem des Hinterätzens der als Maske verwendeten Photo-
lackschicht auf. Dies hat zur Folge, daß sich Strukturen mit
einer Strukturgröße im Bereich von 1 μm nur dann sicher ätzen
lassen, wenn die Dicke der zu ätzenden Kontaktschicht wesent-
10 lich kleiner ist als die Strukturgröße ist.

- Für besonders kleine Öffnungen 8 in der Kontaktschicht 6 eig-
net sich insbesondere das Rücksputtern mit Argon-Ionen. Dabei
beträgt die Ätzrate jedoch nur etwa 5 nm pro Minute. Bei ei-
15 ner Dicke der Kontaktschicht 6 oberhalb von 100 nm wird die
Ätzzeit so lang, daß der als Maske verwendete Photolack nur
schwer von der Oberfläche der Kontaktschicht 6 entfernt wer-
den kann.

- 20 Es sei angemerkt, daß beim Ätzen der Öffnungen 8 in der Kon-
taktschicht 6 auch gezielt Vertiefungen in die p-dotierte
Schicht 4 eingeätzt werden können. Diese Vertiefungen können
auch linsenartig ausgeführt werden. Durch die entstehenden
schrägen Flanken oder rauen Oberflächen kann die Lichtaus-
25 kopplung zusätzlich verbessert werden.

- Zur Herstellung der Öffnungen 8 können, wie in Fig. 6a bis c
dargestellt, auch kleine Kügelchen 11, beispielsweise aus Po-
lystyrol mit Durchmessern unter 1 μm verwendet werden. Dieses
30 Verfahren hat den Vorteil, daß damit auch Öffnungen 8 in der
Kontaktschicht 6 ausgebildet werden können, die zu klein
sind, um mit der üblichen Phototechnik und den üblichen Ätz-
verfahren hergestellt zu werden. Dazu wird ein Wafer 12 mit
der Lumineszenzdiode 1 mit Hilfe einer Haltevorrichtung 13 in
35 eine Flüssigkeit 14 eingetaucht, auf deren Oberfläche eine
einzelne Lage der aufzubringenden Kügelchen 11 schwimmt. Die
Dichte der Kügelchen 11 auf der p-dotierten Schicht 4 wird

- durch die Dichte der Kügelchen 11 auf der Flüssigkeitsoberfläche bestimmt. Durch Zufügen einer Base kann die Oberflächenspannung der Flüssigkeit reduziert werden und die Bildung von Agglomeraten verhindert werden. Der Wafer 12 wird vollständig eingetaucht und anschließend langsam herausgezogen. Die Kügelchen 11 haften dann auf der Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 an. Die statistische Verteilung der Kügelchen 11 auf der Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 ist insofern von Vorteil, als dadurch Interferenzeffekte beim Durchstrahlen der Kontaktschicht 6 vermieden werden. Zur Vermeidung von Interferenzeffekten beim Durchstrahlen der Kontaktschicht 6 kann eine statistische Mischung von Kügelchen mit unterschiedlichen Kugeldurchmessern verwendet werden.
- Es ist jedoch auch möglich, die Kügelchen 11 so auf der Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 zu verteilen, daß die Dichte der Kügelchen 11 zu den Rändern der p-dotierten Schicht 4 hin zunehmen.
- Um bei hoher Bedeckungsdichte der Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 mit Kügelchen die Berührungspunkte zwischen den Kügelchen aufzuheben, können in einem weiteren Verfahrensschritt die Radien der Kügelchen beispielsweise durch Plasmaätzen in ionisiertem Sauerstoff verringert werden, so daß zwischen den Kügelchen freie Stege entstehen, durch die die Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 bedampft werden kann. Durch das Bedampfen mit einem geeigneten Metall entsteht dann eine zusammenhängende Kontaktschicht 6.
- Bei einer abgewandelten Ausführungsform des Verfahrens wird zunächst die Kontaktschicht 6 auf die p-dotierte Schicht 4 aufgedampft und danach die vollständige Monolage der Kügelchen 11 auf die Kontaktschicht 6 aufgebracht. Anschließend wird die Kontaktschicht 6 in freibleibenden Bereichen durch Rücksputtern oder Plasmaätzen entfernt.

Schließlich werden die Kügelchen 11 auf mechanischen Wege, beispielsweise mit einem Lösungsmittel in einem Ultraschallbad, oder auf chemischen Wege, beispielsweise durch Auflösen der Kugeln in einer Ätzlösung, entfernt.

5

Es sei angemerkt, daß zum Aufbringen der Kügelchen 11 eine Haftschrift auf der Oberfläche der p-dotierten Schicht 4 verwendet werden kann, die vor dem Bedampfen der freibleibenden Oberfläche entfernt wird.

10

Um den Spannungsabfall an der Kontaktschicht 6 möglichst gering zu halten, ist bei dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel auf der Kontaktschicht 6 eine Leiterbahn 15 ausgebildet, durch die die Verteilung des Stroms in der Kontaktschicht 6 erleichtert wird.

15

Dies zeigen auch die nachfolgend beschriebenen Messungen. Für diese Messungen wurde eine Lumineszenzdiode 1 auf der Basis von InGaN auf einem Substrat 2 aus SiC verwendet. Die Emissionswellenlänge der Lumineszenzdiode 1 lag bei 460 nm. Die Größe der Lumineszenzdiode 1 betrug $260 \times 260 \mu\text{m}$. Der Anschlußkontakt 7 war aus Au gefertigt und wies eine Dicke von $1 \mu\text{m}$ und einen Durchmesser von $100 \mu\text{m}$ auf. Die Kontaktschicht 6 aus Pt war 6 nm dick. Die Lumineszenzdioden 1 wurden in einem Gehäuse eingebaut und bei einer Strombelastung von 20 mA vermessen. Eine Lumineszenzdiode mit flächendeckender, transparenter Kontaktschicht diente als Referenz.

20

25

Gegenüber dieser Lumineszenzdiode wies die Lumineszenzdiode 1 mit der in Figur 2 dargestellten Struktur der Kontaktschicht 6 eine um 5% bessere Lichtleistung auf. Allerdings war die Vorwärtsspannung um 30 mV höher. Die höhere Vorwärtsspannung ist eine Folge der im Vergleich zur Referenz geringeren Querverleitung der Kontaktschicht 6.

30

35

Die Lumineszenzdiode mit der durch die Leiterbahn 15 verstärkten Kontaktschicht 6 wies gegenüber der Referenz eine um

3% bessere Lichtleistung auf. Außerdem war die Vorwärtsspannung 50 mV niedriger. Das in Figur 7 dargestellte Ausführungsbeispiel erwies sich daher als besonders vorteilhaft.

- 5 Die Figuren 8a bis 8d zeigen eine weitere Abwandlung der Öffnungen 8 in der Kontaktschicht 6. Die in den Figuren 8a bis 8d dargestellten Öffnungen setzen sich aus langgestreckten Schlitten zusammen und sind so angeordnet, daß die zwischen den Öffnungen 8 vorhandenen Stege 16 eine netzartige Struktur
10 bilden, deren Maschen die Öffnungen 8 bilden.

- Die in Figur 8a dargestellten Öffnungen 8 weisen ein kreuzförmiges Querschnittsprofil auf. In diesem Fall sind die Öffnungen 8 von jeweils zwei überkreuzt angeordneten Schlitten
15 17 gebildet. Die Schlitten 17 weisen jeweils eine Breite d_g auf, die der doppelten lateralen Stromaufweitung in der p-dotierten Schicht 4 entspricht. Der Abstand zwischen den Öffnungen 8 ist so gewählt, daß die zwischen den Öffnungen 8 verbleibenden Stege 16 noch eine ausreichende Leitfähigkeit
20 aufweisen, um den Strom über die Kontaktschicht 6 hinweg zu verteilen. Außerdem ist darauf zu achten, daß die Grenzfläche zwischen der Kontaktschicht 6 und der darunter liegenden p-dotierten Schicht 4 nicht zu klein wird, damit der Kontaktwiderstand zwischen der Kontaktschicht 6 und der darunter liegenden p-dotierten Schicht 4 nicht zu groß wird. Als günstig
25 hat sich eine Anordnung erwiesen, in der der minimale Abstand zwischen den Öffnungen 6 größer als die Breite d_g der Öffnungen 8 ist. Aus der Betrachtung einer Elementarzelle 18 ergibt sich dann ein Bedeckungsgrad für die Kontaktschicht 6 von
30 58%. Die Öffnungen 8 nehmen also in diesem Fall 43% der Fläche der Kontaktschicht 6 ein.

- Es ist auch denkbar, wie in Figur 8b dargestellt, T-förmige Öffnungen 8 vorzusehen oder, wie in Figur 8c dargestellt, die
35 Öffnungen 8 als rechteckige Schlitten 17 auszubilden. Im Falle der Öffnungen 8 aus Figur 8b ergibt sich ein Bedeckungsgrad der Kontaktschicht 6 von 60%; bei dem in Figur 8c dargestell-

ten Ausführungsbeispiel sogar ein Bedeckungsgrad von 61%. Der Bedeckungsgrad läßt sich jedoch stark vermindern, wenn die Schlitz 17 zunehmend verlängert werden. Der geringste Bedeckungsgrad, nämlich 50%, ergibt sich, wenn die Kontaktschicht 6 entsprechend Figur 8c und Figur 8d als Liniengitter strukturiert wird. Allerdings besteht hier die Gefahr, daß große Teile des pn-Übergangs 5 von der Stromversorgung abgeschnitten werden, wenn einer der Kontaktstege 16 unterbrochen wird. Daher ist die in Figur 8a dargestellte Gestaltung der Öffnungen 8 besonders vorteilhaft, da sie neben einer hohen Betriebssicherheit auch einen hohen Öffnungsgrad aufweist.

Im übrigen wurden auch Versuche unternommen, die die Auswirkung der Struktur der Kontaktschicht 6 auf das Alterungsverhalten der Lumineszenzdiode 1 zeigt. Für diese Versuche wurde auf einem Substrat aus SiC eine n-dotierte Schicht 3 aus Al-GaN und GaN abgeschieden. Auf dieser Schicht wurde mit Hilfe von MOCVD eine mit Hilfe von Mg p-dotierte Schicht aufgebracht. Auf dem gleichen Wafer wurden auf den einzelnen Chips verschiedene Kontaktschichten 6 auf der p-dotierten Schicht 4 ausgebildet. Die Querschnittsabmessungen der Kontaktschichten 6 lagen zwischen $200\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ und $260\text{ }\mu\text{m} \times 260\text{ }\mu\text{m}$. Um das Alterungsverhalten der Lumineszenzdioden 1 zu simulieren, wurden die Chips für die Leuchtdioden 1 bei einer Temperatur von 300°C während 20 Minuten getempert.

Ein erster Chip für die Lumineszenzdiode 1, dessen semitransparente Kontaktschicht aus Pt eine Dicke von 20 nm aufwies, hatte im Rahmen der Meßgenauigkeit bis auf $\pm 20\text{ mV}$ vor und nach dem Tempern die gleiche Vorwärtsspannung.

Ein weiterer Chip für die Lumineszenzdiode 1 war mit einer Kontaktschicht 6 versehen, die aus Pt hergestellt war und eine Dicke von 20 nm aufwies. Zusätzlich war die Kontaktschicht 6 dieses Chips netzartig strukturiert mit einer Maschenöffnung von $3\text{ }\mu\text{m}$ und einer Breite der verbleibenden Stege der Kontaktschicht 6 von ebenfalls $3\text{ }\mu\text{m}$. Auch dieser Chip hatte

bis auf die Meßgenauigkeit von ± 20 mV vor und nach dem Tempern die gleiche Vorwärtsspannung.

5 Das gleiche Alterungsverhalten zeigte auch ein Chip, dessen Kontaktschicht 6 sich halbleiterseitig aus einer ersten 6 nm dicken Schicht aus Pt und einer weiteren 20 nm dicken Schicht aus Au zusammensetzt und dessen Kontaktschicht ebenfalls netzartig strukturiert war.

10 Ein Anstieg um durchschnittlich 200 mV zeigten dagegen Chips für die Lumineszenzdiode 1, die mit ganzflächigen Kontaktschichten 6 ausgestattet waren, die sich halbleiterseitig aus einer 6 nm dicken Schicht aus Pt und einer weiteren 100 nm dicken Schicht aus Au zusammensetzten.

15 Diese Versuche zeigen, daß es für ein stabiles Alterungsverhalten wesentlich darauf ankommt, daß der Wasserstoff über die Kontaktschicht 6 entweichen kann. Dabei ist es nicht nötig, daß das für die Kontaktschicht 6 verwendete Material selbst
20 für Wasserstoff durchlässig ist, sofern nur die Öffnungen 8 in der Kontaktschicht 6 ausgebildet sind.

Abschließend sei angemerkt, daß die hier vorgestellte Verbesserung der Lichtausbeute durch Schwächung der Kontaktschicht
25 auch bei Laserdioden, insbesondere bei VCSELS eintritt. Es ist daher auch von Vorteil bei Laserdioden eine lokal geschwächte Kontaktfläche vorzusehen.

Bezugszeichenliste

	1	Lumineszenzdiode
	2	Substrat
5	3	n-dotierte Schicht
	4	p-dotierte Schicht
	5	pn-Übergang
	6	Kontaktschicht
	7	Anschlußkontakt
10	8	Öffnungen
	9	Kontaktsteg
	10	Anschlußkontakt
	11	Kügelchen
	12	Wafer
15	13	Haltevorrichtung
	14	Flüssigkeit
	15	Leiterbahn
	16	Steg
	17	Schlitz
20	18	Elementarzelle

Patentansprüche

1. Bauelement für die Optoelektronik mit einer Strahlung hindurchlassenden Kontaktschicht (6) auf einer Halbleiteroberfläche auf der Basis von $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$,
5 $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kontaktschicht (6) eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Ausnehmungen (8) aufweist und daß die Dicke der
10 Kontaktschicht (6) größer 5 nm und kleiner 100 nm ist.
2. Bauelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Summe der Querschnittsflächen der Ausnehmungen (8)
15 größer als die Fläche der verbleibenden Kontaktschicht (6) ist.
3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß die Querschnittsflächen der Ausnehmungen (8) kreisförmig sind.
4. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Ausnehmungen (8) sechseckige Querschnittsflächen aufweisen.
5. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß die Ausnehmungen (8) von langgestreckten Schlitzten (17) gebildet sind.
6. Bauelement nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Stege (16) zwischen den Ausnehmungen (8) vernetzt sind.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausnehmungen (8) gleichmäßig beabstandet über die
5 Kontaktschicht (6) verteilt sind.
8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausnehmungen (8) ungleichmäßig beabstandet über die
10 Kontaktschicht (6) verteilt sind.
9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Querschnittsfläche der Ausnehmungen (8) zum Rand der
15 Kontaktschicht (6) hin zunimmt.
10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausnehmungen durch die Kontaktschicht (6) hindurchge-
20 hende Öffnungen (8) sind.
11. Verfahren zur Herstellung einer Strahlung hindurchlassen-
den Kontaktschicht (6) auf einer Halbleiteroberfläche eines
Halbleiters,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß die Kontaktschicht (6) mittels einer als Maske dienenden
Lage von die Halbleiteroberfläche unvollständig bedeckenden
Teilchen (11) mit Ausnehmungen (8) strukturiert wird.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Teilchen (11) kugelförmig ausgebildet sind.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
35 dadurch gekennzeichnet,
daß die Teilchen (11) aus Polystyrol hergestellt sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Teilchen (11) mit Außenabmessungen kleiner $1\mu\text{m}$ ver-
wendet werden.

5

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Teilchen (11) mit Hilfe einer Flüssigkeit auf die
Halbleiteroberfläche aufgeschwemmt werden.

10

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Halbleiteroberfläche zunächst mit Teilchen (11) be-
deckt und daß der Metallisierung dienendes Material (6) auf
15 die Halbleiteroberfläche aufgebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß vor dem Aufbringen des der Metallisierung dienenden Mate-
20 rials (6) die Teilchen (11) rückgeätzt werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß auf der Halbleiteroberfläche zunächst das der Metallisie-
25 rung dienende Material (6) abgeschieden wird und nachfolgend
die Halbleiteroberfläche mit den Teilchen (11) bedeckt und
das der Metallisierung dienende Material (6) zwischen den
Teilchen (11) anschließend entfernt wird.

30 19. Verfahren nach Anspruch 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß das nicht von den Teilchen (11) bedeckte der Metallisie-
rung dienende Material (6) durch Rückspütern oder Plasmaät-
zen entfernt wird.

35

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Teilchen (11) nach dem Strukturieren der Kontaktschicht (6) in einem Ultraschallbad mit Hilfe von Lösungsmitteln entfernt werden.

- 5 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchen (11) nach dem Strukturieren der Kontaktschicht (6) durch Auflösen in einer Ätzlösung entfernt werden.

1/6

FIG 1

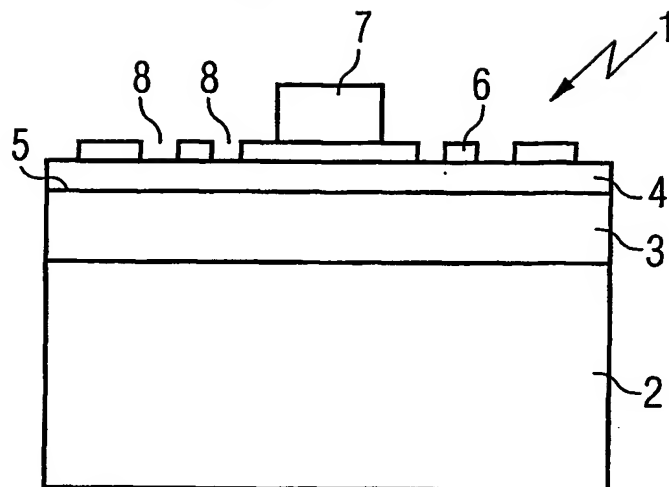
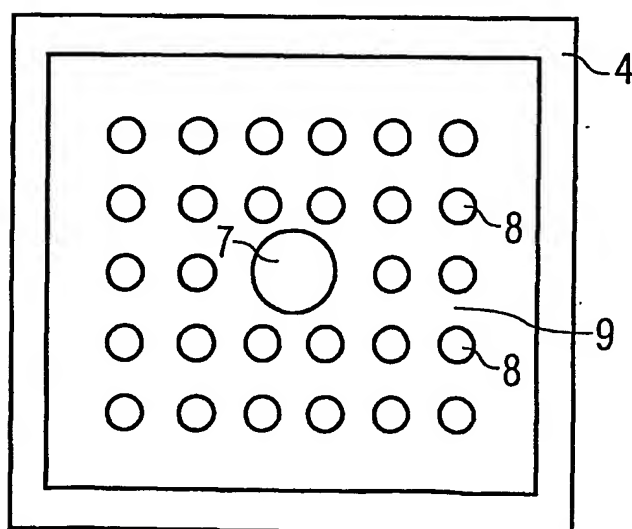


FIG 2



2/6

FIG 3

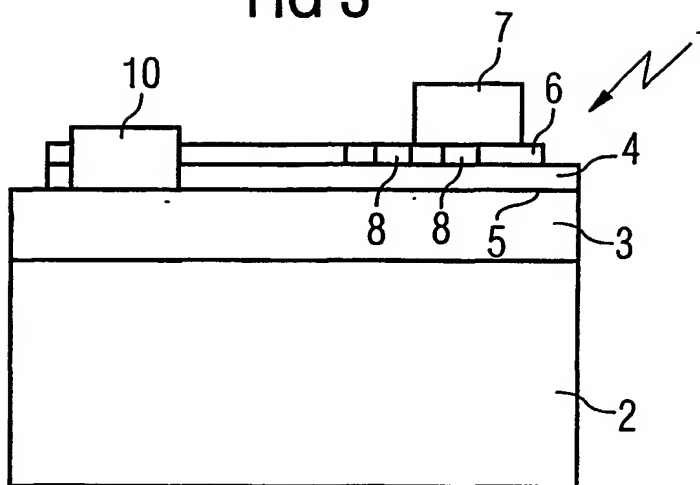
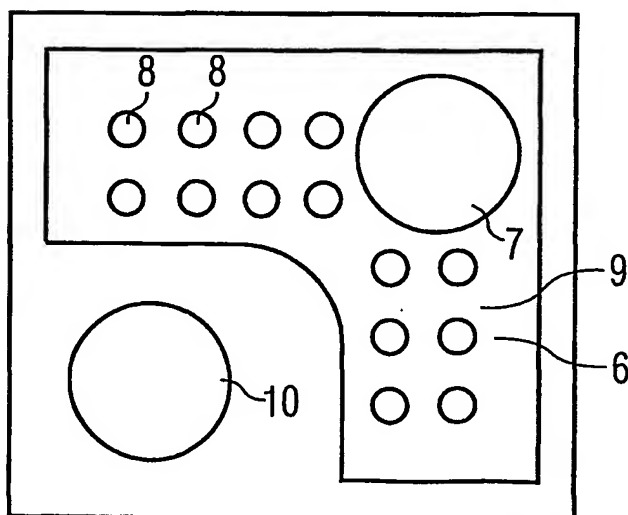


FIG 4



3/6

FIG 5a

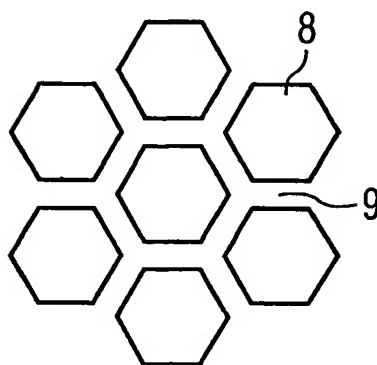


FIG 5b

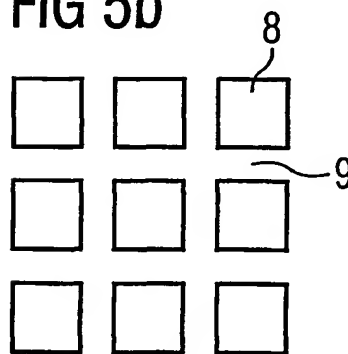
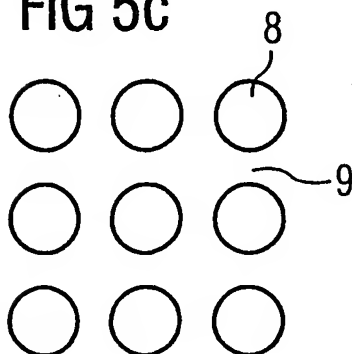


FIG 5c



4/6

FIG 6a

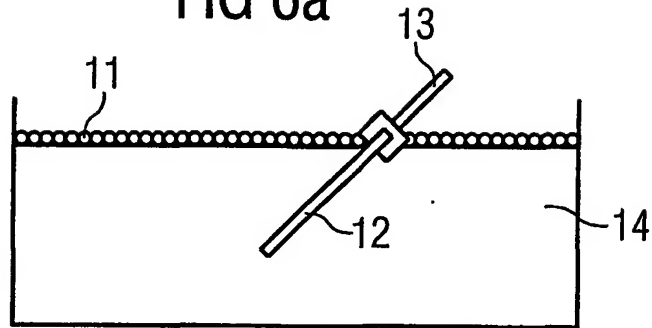


FIG 6b

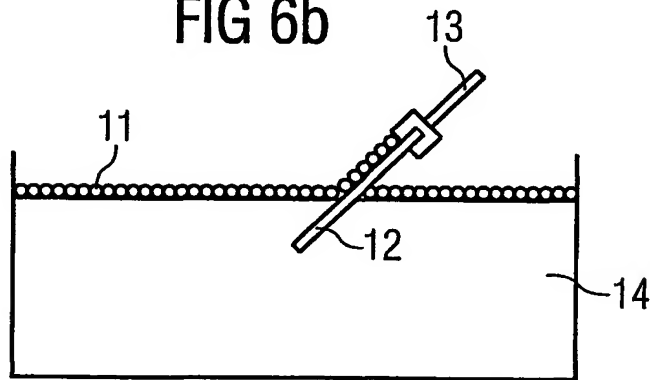
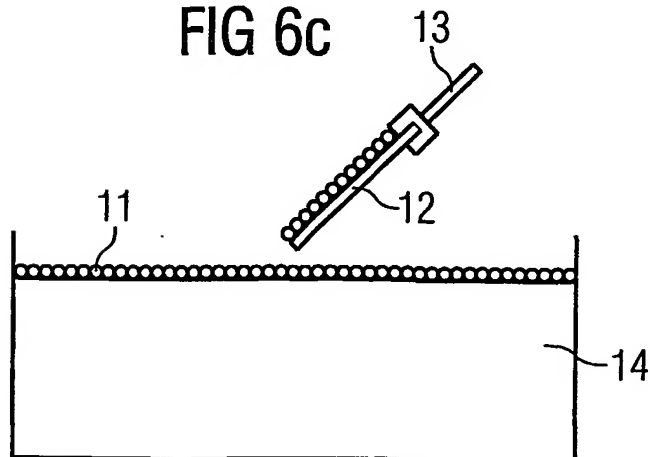
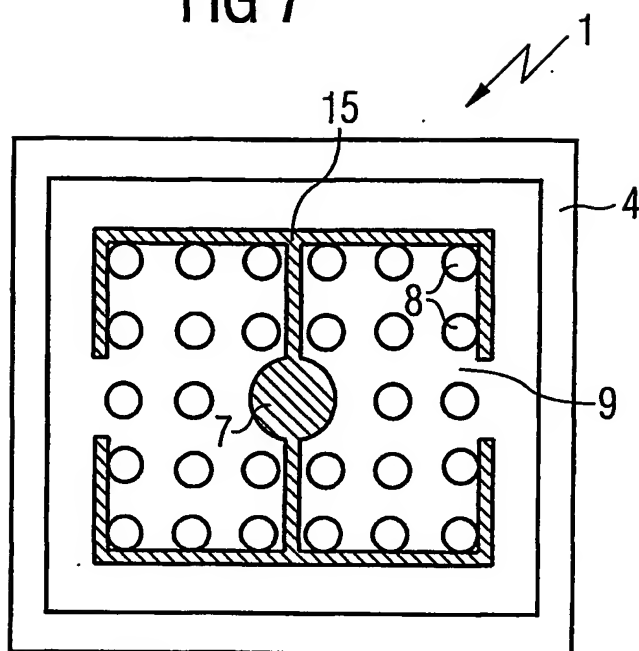


FIG 6c



5/6

FIG 7



6/6

FIG 8a

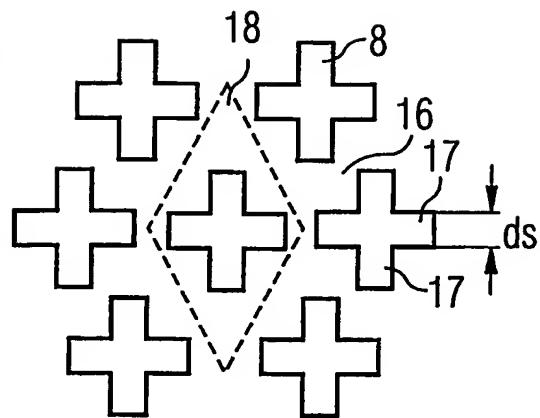


FIG 8b

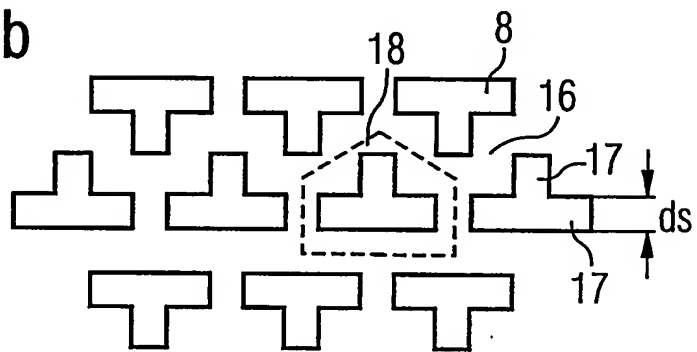


FIG 8c

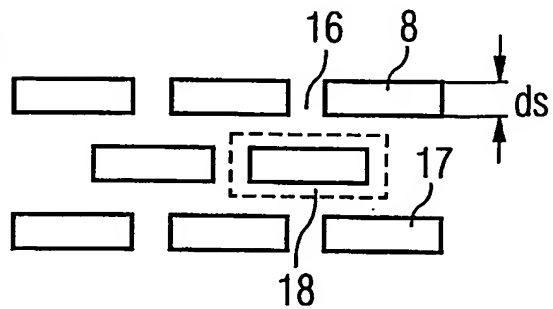
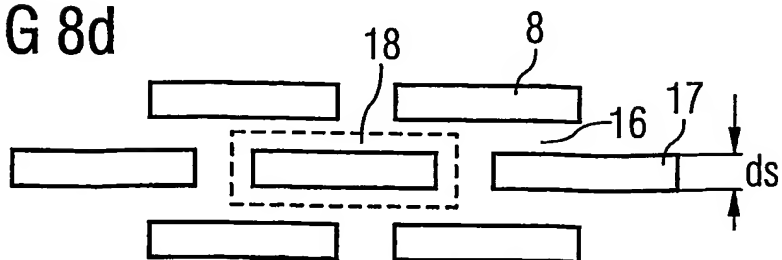


FIG 8d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01369

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01L33/00 H01L21/3213

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 083 510 A (EXXON RES ENGINEERING) 13 July 1983 (1983-07-13)	11-16, 18-21
Y	the whole document	17
Y	EP 0 977 277 A (IMEC; UNIV BRUXELLES) 2 February 2000 (2000-02-02) paragraphs '0047!', '0048!', '0062!', '0072!	17
X	US 3 202 543 A (IBM CORP) 24 August 1965 (1965-08-24) the whole document	11-16
A	DE 199 27 945 A (HEWLETT PACKARD CO) 23 March 2000 (2000-03-23) cited in the application the whole document	1,3,6,7, 10
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2001

Date of mailing of the international search report

10/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van der Linden, J.E.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01369

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 617 (E-1634), 24 November 1994 (1994-11-24) -& JP 06 237012 A (NICHIA CHEM IND), 23 August 1994 (1994-08-23) paragraphs '0016!-'0022!	1,3,7,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 December 1998 (1998-12-31) -& JP 10 256602 A (SHARP CORP), 25 September 1998 (1998-09-25) paragraphs '0033!-'0042!	1,2,6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01369

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0083510	A	13-07-1983	US 4407695 A	04-10-1983
			AU 550809 B	10-04-1986
			AU 9197482 A	07-07-1983
			CA 1196308 A	05-11-1985
			DE 3277035 D	24-09-1987
			JP 58120255 A	18-07-1983
EP 0977277	A	02-02-2000	EP 0977063 A	02-02-2000
			EP 0977064 A	02-02-2000
			EP 0977280 A	02-02-2000
			JP 2000098180 A	07-04-2000
			JP 2000106454 A	11-04-2000
US 3202543	A	24-08-1965	BE 633151 A	
			CH 413114 A	15-05-1966
			CH 415861 A	30-06-1966
			DE 1244310 B	
			DE 1246898 B	
			DK 126462 B	16-07-1973
			FR 1357558 A	08-07-1964
			FR 1357559 A	08-07-1964
			GB 994241 A	02-06-1965
			NL 293391 A	
			SE 321990 B	23-03-1970
DE 19927945	A	23-03-2000	CN 1247997 A	22-03-2000
			GB 2341488 A	15-03-2000
			JP 2000091639 A	31-03-2000
JP 06237012	A	23-08-1994	JP 7083136 B	06-09-1995
JP 10256602	A	25-09-1998	NONE	

PCT/DE 01/01369

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 617 (E-1634), 24. November 1994 (1994-11-24) -& JP 06 237012 A (NICHIA CHEM IND), 23. August 1994 (1994-08-23) Absätze '0016!-'0022!	1,3,7,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) -& JP 10 256602 A (SHARP CORP), 25. September 1998 (1998-09-25) Absätze '0033!-'0042!	1,2,6,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01369

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0083510 A	13-07-1983	US 4407695 A AU 550809 B AU 9197482 A CA 1196308 A DE 3277035 D JP 58120255 A	04-10-1983 10-04-1986 07-07-1983 05-11-1985 24-09-1987 18-07-1983
EP 0977277 A	02-02-2000	EP 0977063 A EP 0977064 A EP 0977280 A JP 2000098180 A JP 2000106454 A	02-02-2000 02-02-2000 02-02-2000 07-04-2000 11-04-2000
US 3202543 A	24-08-1965	BE 633151 A CH 413114 A CH 415861 A DE 1244310 B DE 1246898 B DK 126462 B FR 1357558 A FR 1357559 A GB 994241 A NL 293391 A SE 321990 B	15-05-1966 30-06-1966 16-07-1973 08-07-1964 08-07-1964 02-06-1965 23-03-1970
DE 19927945 A	23-03-2000	CN 1247997 A GB 2341488 A JP 2000091639 A	22-03-2000 15-03-2000 31-03-2000
JP 06237012 A	23-08-1994	JP 7083136 B	06-09-1995
JP 10256602 A	25-09-1998	KEINE	